

Лаборатория AIDA: Исследовательско-образовательная программа

Лаборатория AIDA
(*Artificial Intelligence in Dynamic Action*)

Руководитель: Осиненко Павел Валерьевич
Институция: Сколковский институт науки и технологий (Сколтех)

9 сентября 2025 г.

1 Лаборатория AIDA: цели и подход

Лаборатория AIDA занимается тем, что делает системы с искусственным интеллектом безопасными и надёжными в реальных условиях. Наша цель на 2025–2030 годы — войти в число ведущих групп России в области современного управления и обучения с подкреплением, узнаваемых на международном уровне. Для этого мы объединяем сильные стороны классической теории управления (модельно-прогнозирующее управление, гарантии стабильности и безопасности) с современным ИИ (в том числе обучением с подкреплением), чтобы принести практическую пользу в робототехнике и других отраслях.

Подход строится на простой идее: самые продвинутые роботы и автономные системы по-прежнему опираются на проверенные методы управления с формальными гарантиями. ИИ усиливает эти методы там, где модели неполны или среда меняется, но безопасность и предсказуемость должны оставаться в центре. Мы разрабатываем решения, где алгоритмы ИИ работают совместно с проверенными контроллерами и средствами верификации, чтобы «лучшее из двух миров» было доступно инженерам.

В рамках этого подхода на горизонте 2025–2030 годов мы планируем:

- развить **платформу AIDA-T** (Agrobotic Intelligent Data Analyzer for Tomatoes) от уровня опытного образца с TRL 5 до промышленного решения для автономных теплиц (на базе регистрируемого стартапа «AIDA Robotics»);
- довести **программный комплекс Regelum** — открываемую альтернативу MATLAB для прототипирования продвинутых систем управления и автоматизации с ИИ — до состояния продукта для корпоративных клиентов (лицензирование и промышленные партнёрства).

Мы также ведём образовательную программу, готовящую инженеров и исследователей для автономных систем, и публикуем результаты в ведущих журналах и на конференциях.

Избранные публикации:

- *Towards a constructive framework for control theory*
- *On stochastic stabilization of sampled systems*
- *On stochastic stabilization via non-smooth control Lyapunov functions*

2 О лаборатории

Лаборатория Искусственного интеллекта в динамических системах (AIDA) — научно-исследовательская группа Сколтех, ведущая фундаментальные и прикладные исследования ИИ в динамических системах: безопасное автоматическое управление, обучение с подкреплением с гарантиями, численная надёжность алгоритмов и методы планирования и поддержки принятия решений; внедрение в робототехнике, финтехе и промышленной автоматизации.

Миссия: Обеспечивать безопасное и надёжное применение ИИ в динамических системах через разработку методов с формальными гарантиями и их практическое внедрение.

Основные направления деятельности

- Проектирование и внедрение безопасных систем автоматического управления для критических применений
- Инжиниринг RL-решений с гарантиями безопасности (*CALF*) под отраслевые задачи
- Развитие и поддержка платформы Regelum: *ML-ready* платформы, *ROS*-интеграция, симуляция и испытательные стенды
- НИОКР и консалтинг: робототехника, компьютерное зрение, финтех, промышленная автоматизация

3 Ключевые научные направления

- Теория безопасного обучения с подкреплением: Lyapunov-based *RL* (*CALF*), *constrained MDPs*; цели — сертификаты стабильности и безопасности
- Планирование и поддержка принятия решений в динамических системах: MPC, POMDP, task-and-motion planning; цели — безопасность и оптимальность
- Численная надёжность алгоритмов управления: алгоритмическая неопределённость, интервальный/символьный анализ, верификация вычислений
- Восприятие и локализация для автономных систем: компьютерное зрение, навигация, SLAM; цели — устойчивость к шумам и сбоям

Почему это важно

Индустрии нужны системы, которые не просто «работают в среднем», а сохраняют безопасность и предсказуемость в реальных, шумных и неполных условиях. Даже самые успешные ИИ-подходы уязвимы к сбоям датчиков, неточностям моделей и ограниченным вычислительным ресурсам. Разрыв между теорией и практикой проявляется в виде нестабильности, неожиданных ошибок оптимизации и трудностей сертификации.

Наш фокус — сократить этот разрыв. Мы объединяем: (i) проверенные методы управления с формальными гарантиями (стабильность, безопасность, соблюдение ограничений), (ii) обучение с подкреплением и планирование для адаптивности и эффективности, (iii) инструменты численной надёжности и верификации, чтобы инженер мог доверять итоговой системе. Такой подход делает ИИ-решения применимыми там, где ставки высоки: автономный транспорт, робототехника, агротех, промышленная автоматизация.

Избранные публикации

- [Towards a constructive framework for control theory](#)
- [On stochastic stabilization of sampled systems](#)
- [On stochastic stabilization via non-smooth control Lyapunov functions](#)

4 Основные научные разработки

4.1 CALF: безопасное обучение с подкреплением

Идея. Мы соединяем алгоритмы обучения с подкреплением с «страхующим» контроллером, который отвечает за безопасность. Когда модель уверена — она берёт на себя управление, когда нет — контроль остаётся у надежного регулятора. За счёт функций Ляпунова мы формально доказываем, что система остаётся стабильной.

Что это даёт. В испытаниях гибридный подход демонстрировал устойчивое улучшение по сравнению с базовыми *RL*-алгоритмами при сохранении совместимости с распространёнными методами (TD3, PPO и др.). Подход проверен на сложных динамических задачах (в том числе для подводных аппаратов) и переносится на промышленную робототехнику и автономный транспорт.

4.2 Regelum: Платформа для быстрого прототипирования

Regelum — Python фреймворк с открытым исходным кодом, предназначенный для быстрого блочного прототипирования систем управления и автоматизации. Компоненты оформлены как самодостаточные ноды с явными входами/выходами и объединяются в ориентированные графы; исполнение автоматизируется движком, который разрешает зависимости, упорядочивает вычисления и поддерживает параллелизм (на основе Dask) и иерар-

хическую композицию вложенных графов. Фреймворк обеспечивает автоматическую обработку задержек и синхронизацию исполнения нод в графе (дискретные и непрерывные модели, гибридная динамика, ограничения реального времени) и полноценную интеграцию с ML/RL (специализированные ноды для нейросетей и оптимизаторов, адаптеры к стандартным алгоритмам).

Перспективы развития: переход от простого DAG к декларативной узловой модели с «эффектами-как-данными», где узлы возвращают намерения (*intents*), а планировщик детерминированно (DE, superdense time) разрешает конфликты и коммитит изменения до покоя. Это покрывает не-DAG сценарии (например, многократные обновления в рамках одной итерации графа) через правила и приоритеты (Rete/Datalog) без ручного микропланирования.

5 Готовые к коммерциализации проекты

5.1 AIDA-T: Автономный агробот

Рынок: 280 млрд руб. защищенный грунт в России, рост 12–15% в год.

Технические преимущества:

- Единственная автоматическая диагностика на рынке; точность 86–87% на собственных датасетах
- Гибридная ходовая система
- Срок окупаемости: 2.5–3 года (при экономии 6–8 млн руб./год)
- Полное импортозамещение с высоким расширением функционала

Финансовые показатели:

- Стоимость: 15–20 млн руб.
- Маржинальность: 40–45%
- Прогноз выручки к 2030: 1+ млрд руб.
- Целевая доля рынка: 3–5%

Статус: Грант Skoltech STRIP успешно завершён; прототип готов к испытаниям, уровень *TRL* 5.

6 Команда

Руководитель

Павел Осиненко — Dr.-Ing. habil.; 25+ публикаций (Scopus Q1); 10+ лет опыта в России и Германии; экспертиза: безопасный *RL* и теория управления.

Научная команда

- Ключевая команда: проф. Павел Осиненко, инженер-исследователь Илья Рякин
- 3 готовящихся кандидата наук (защиты 2025–2026)
- 5+ инженеров-исследователей с опытом в *RL/CV*
- Молодые исследователи — аспиранты и магистранты Сколтеха

Ключевые сотрудники:

- Соискатели КТН (2025–нач. 2026): Яременко Г.А., Вульф М.Д., Григулецкий М.А., Рякин И.С.
- Аспиранты (в т.ч. инженеры-исследователи): Давиденко С.А., Ибрагим С., Белов Д.Д., Гунявой В.
- Магистранты: Фук Н.С.

7 Направления развития

Готовые к развитию продукты

- **AIDA Robotics** — агротехнологии (продукт готов к запуску; интерес от агрохолдингов)
- **Industrial RL Platform** — B2B, промышленная автоматизация, безопасный ИИ
- **Robotics Safety Suite** — решения для робототехники (в т.ч. медицинская, сервисная)
- **Компьютерное зрение для автономных систем** — детекция/сегментация/трекинг; классификация дефектов; оценка объёма и прогноз показателей (в разработке); перенос на другие домены; обучение собственных моделей (*CNN*, *ResNet*/*EfficientNet*, *U-Net*/*Mask R-CNN*, *YOLO*/*Detectron2*); диффузия для аугментации; *MLOps*/edge-деплой (*Jetson*)

Перспективные направления

- Финансовые технологии (*FinTech*): применение *CALF* в алготрейдинге; контролируемые риски
- Автономный транспорт (*MobTech*): безопасные системы управления, гарантии стабильности, сертификация
- Большие языковые модели для автоматического управления (*LLM Control*): автоматизация обучения роботов через трансляцию естественного языка в контроллеры; обеспечение безопасности; ускорение обучения навыков
- *VR/AI* терапевтические игры для детей с аутизмом (*VR Therapy*): *VR*-платформа с обучением с подкреплением для адаптивного формирования социальных и моторных навыков через геймификацию
- Локализационно-навигационные решения (*ModuSLAM*): модульная библиотека *SLAM* на фактор-графах; мультисенсорная фьюжн (камера/*LiDAR*/*IMU*/*GPS*); оптимизация через *gtsam*; поддержка *ROS1*/*ROS2*; применение в навигации теплиц; статус — исследовательский прототип

8 Конкурентные преимущества

Технологические

Единственная команда в России с экспертизой в безопасном *RL*; патентуемые алгоритмы и архитектурные решения; работающие прототипы; масштабируемая архитектура.

Рыночные

First-mover advantage в безопасном *RL*; интерес от клиентов; государственная поддержка.

Командные

Уникальная экспертиза руководителя; опыт коммерциализации; партнёрства с индустрией; подготовка специалистов для автономных систем (курсы, стажировки, ротации).

9 Финансовые перспективы

Краткосрочные (1–2 года)

- AIDA-T: 50–100 млн руб. выручки
- Regelum: 20–30 млн руб. лицензионных доходов
- Консалтинг: 10–15 млн руб. проектных доходов

Среднесрочные (3–5 лет)

- Агротех платформа: 500 млн — 1 млрд руб. выручки
- Industrial *RL*: 200–300 млн руб. рекуррентных доходов
- IP-лицензирование: 50–100 млн руб. ежегодно

Долгосрочные (5+ лет)

Готовность к стратегическим партнёрствам; экспансия в ЕС и Азию; развитие линейки продуктов.

10 Партнерства и экосистема

Научные партнёры

Сколтех; Технический университет Хемница (Германия); международные группы в области *RL*.

Индустриальные партнёры

Крупные агрохолдинги; промышленные интеграторы.

Государственная поддержка

Грант СТАРТ-ИИ (5 млн руб.); предыдущий грант УМНИК (500 тыс. руб.); поддержка ФСИ.

11 Образовательная программа

- *Reinforcement Learning with Safety Guarantees* — Ляпунов, constrained *RL*, *CALF*; практикум в Regelum
- *Advanced Automatic Control and Numerical Reliability* — устойчивое управление, вычислительная надёжность, формальная верификация
- *Planning and Decision-Making for Control and Robotics* — планирование, поиск, безопасные контроллеры с элементами ИИ
- *Computer Vision for Autonomous Systems* — детекция, трекинг, навигация, *SLAM*; Research Practicum: Regelum/Robotics

12 Текущие задачи и планы

Научные цели

- Развитие теории безопасного *RL* с формальными гарантиями
- Развитие методов планирования и поддержки принятия решений
- Новые методы анализа динамических систем

Практические цели

- Завершение разработки AIDA-T для серийного производства
- Создание платформы Regelum для корпоративных клиентов
- Расширение портфеля ИС

Коммерческие цели

- Привлечение стратегических партнёров
- Развитие сети дистрибьюторов для AIDA-T
- Лицензионная модель для CALF-технологий

13 Контакты

Павел Валерьевич Осиненко, PhD

Руководитель лаборатории AIDA

pavel.osinenko@skoltech.ru

Сергей Александрович Давиденко, аспирант

Ключевой исполнитель проекта AIDA-T

sergei.davidenko@skoltech.ru